

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **64-046913**

(43)Date of publication of application : **21.02.1989**

(51)Int.Cl.

**H01G 9/00**

(21)Application number : **62-203086**

(71)Applicant : **KANEBO LTD**

(22)Date of filing : **17.08.1987**

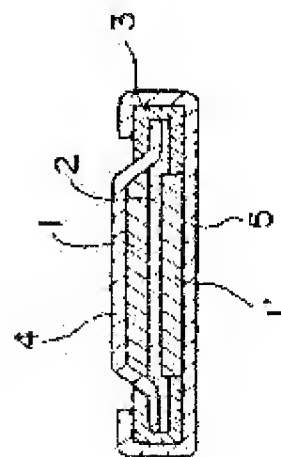
(72)Inventor : **ITO TAKASHI  
MARUMO CHIAKI**

### (54) **ELECTRIC DOUBLE LAYER CAPACITOR**

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain high capacitance, low internal resistance and excellent durability by using an activated carbon body having a meshy structure having communicating pores as a polarizable electrode.

**CONSTITUTION:** Activated carbon bodies being acquired by carbonizing and activating a polyvinyl acetal/phenol resin group porous body having communication porosity of at least 50% and having a specific surface area of 800m<sup>2</sup>/g or more are employed as polarizable electrodes 1, 1', and oppositely faced mutually through a separator 2 impregnated with an electrolytic solution. The activated carbon body having the meshy structure has the large specific surface area, and the specific surface area can be utilized effectively even when the activated carbon body is used as the electrode. Since the electrodes and the separator are unified, electric resistance is reduced, the title capacitor can also be miniaturized by mixing a conductive substance, and mechanical strength is also increased. Accordingly, the electric double layer capacitor having high capacitance, low internal resistance and excellent durability is acquired.



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-46913

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)2月21日

H 01 G 9/00

3 0 1

7924-5E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 電気二重層キャパシタ

⑯ 特 願 昭62-203086

⑰ 出 願 昭62(1987)8月17日

⑱ 発 明 者 伊 東 孝 奈良県生駒郡平群町大字若葉台87番地244  
⑱ 発 明 者 丸 茂 千 郷 大阪府寝屋川市三井が丘5丁目1番91-209号  
⑲ 出 願 人 鐘 紡 株 式 会 社 東京都墨田区墨田5丁目17番4号  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 松 井 光 夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電 気 二 重 層 キ ャ パ シ タ

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 連通気孔率が少なくとも50%であるポリビニルアセタール/フェノール樹脂系多孔体を炭化及び賦活して得た比表面積800  $\text{m}^2/\text{g}$ 以上の活性炭素体を分極性電極として、電解液を含浸したセパレータを介して互に対向せしめたことを特徴とする電気二重層キャパシタ。
- (2) 活性炭素体の電気比抵抗が $0.5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電気二重層キャパシタ。
- (3) 活性炭素体の平均連通気孔径が $5 \sim 200 \mu$ であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電気二重層キャパシタ。
- (4) 活性炭素体からなる分極性電極の片面に金属膜が形成されていることを特徴とする特許請

求の範囲第1項記載の電気二重層キャパシタ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は電気二重層キャパシタに関するものであり、詳しくは網目状構造を有する活性炭素体を分極性電極として用いる電気二重層キャパシタに関する。

(従来の技術)

電気二重層キャパシタは分極性電極と電解質との界面で形成される電気二重層を利用して蓄電するものであり、他のキャパシタに比べ小型で大容量のものが得られ、メモリーバックアップ用、リレイ動作、玩具用等の電源として使用されている。

このキャパシタに用いられる分極性電極は化学的および電気化学的に不活性であることが要求され、従来、炭素材料特に活性炭素材料が用いられている。即ち、活性炭粉末と黒鉛、或はカーボンブラックと4弗化エチレン粉末のようなバインダーを均一に混合して金網等の集電体と加圧成型

したもの、活性炭粉末を粘結剤等と練合してペーストを作り、金属箔等に塗布してシート状にしたもの或は活性炭繊維からなる構造物例えば布、不織布、紙等を集電体と一体化したものが用いられている。

しかしながら、活性炭粉末を利用するものはバインダーや粘結剤を用いて固めるため、本来活性炭粉末が有している大きな比表面積を有効に利用することが出来ず、従って比容量の大きいキャパシタが得られない。バインダー等の使用量を少なくすれば比容量の大きいキャパシタが得られるが、電極からの剥離や脱落により容量が減少し、内部抵抗が増大する等耐久性に問題を生じる。活性炭素繊維を電極として用いる場合には比容量の大きいキャパシタを容易に得ることが出来るが、一般に活性炭繊維は強度が極めて小さいため電極からの脱落が生じ、容量が減少したり、電極製造時やキャパシタ製造時に破損し易く、歩留が低下したり、取扱いを慎重にしなければならないという問題がある。

構造を有しており、ポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体を炭化及び賦活することにより製造される。該ポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体は、たとえば下記の方法のいずれかにより製造することができる。

第1の方法は、まず連続気孔を有するポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体を作製し、該多孔体にフェノール樹脂を含浸させた後に炭化する方法である。第2の方法は、液状及び／又は固形のフェノール樹脂をポリビニルアルコール及び気孔形成剤と混合し、架橋剤の存在下で反応硬化する方法である。

第3の方法は第1の方法と第2の方法を併用する方法である。

第1の方法に用いる連続気孔を有するポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体の製造には公知の製法を用いることが出来る。即ち、ポリビニルアルコール、架橋剤としてのアルデヒド類、および気孔形成剤としての澱粉、水溶性塩類等の水溶性物質を混合して架橋成形し、固化させた後に水溶

本発明者らはこれらの問題のない高性能なキャパシタを安価に製造するべく鋭意研究した結果、連通気孔を有する網目状構造の活性炭素体を分極性電極として用いることにより高容量、低内部抵抗、優れた耐久性を有する電気二重層キャパシタが容易に製造し得ることを見出し本発明を完成したものである。

#### (発明の構成)

本発明の目的は高容量、低内部抵抗、優れた耐久性を有する電気二重層キャパシタを提供するにあり、他の目的は製造が容易で安価なキャパシタを提供するにある。

本発明の目的は、連通気孔率が少なくとも50%であるポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体を炭化及び賦活して得た比表面積800  $\text{m}^2/\text{g}$ 以上の活性炭素体を分極性電極とし、電解液を含浸したセパレータを介して互に対向せしめたことを特徴とする電気二重層キャパシタにより達成される。

本発明において使用される活性炭素体は網目状

性物質を水で溶出して連続気孔を形成することにより製造できる。

このポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体の製造に用いるポリビニルアルコールは重合度100～5000、鹼化度70%以上のものが好ましく、カルボキシル基等で一部変性されたものも好適に用いられる。

架橋剤としてのアルデヒド類としてはホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、グリオキサール、アクロレイン等が挙げられる。

連続気孔を形成するための剤としては、澱粉その他の有機物の微粉末或は水溶性の金属塩等が用いられ、目的の細孔径を与える様に適宜粉粒体を選べばよい。これらは水溶液又は水分散液としてポリビニルアルコールの加熱水溶液に加えられる。次に、この混合液に架橋剤としてアルデヒド類及び硫酸等の触媒を加えて攪拌混合した後、目的とする形状を与えるような反応容器に注ぎ込み加熱して反応せしめる。反応終了後、成形物を水で洗

淨し、気孔形成剤と未反応のアルデヒド類及び触媒を水で洗い流すことにより、ポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体成型物が得られる。該成形物の形状は任意に選定できるが目的とするキャパシタに応じて薄板状、円板状、円筒状、円柱状等を選定する方が有利である。このように第1の製法に用いるポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体は公知の方法により容易に得られるものである。ポリビニルホルマール系合成樹脂多孔体が好適である。

上述の如くして製造されたポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体に含浸するフェノール樹脂としてはレゾール樹脂、ノボラック樹脂、クレゾール樹脂等が挙げられ、これらは単独で用いても混合してもよい。しかし、樹脂の硬化処理操作等の面を考慮するとレゾール樹脂が最適であり、次いでノボラック樹脂が好適である。

フェノール樹脂を含浸するには種々の方法が適用可能であるが、最も一般的にはフェノール樹脂を溶媒に溶かし溶液中にポリビニルアセタール系

樹脂多孔体を浸漬し、次いで過剰の液を除去すればよい。

レゾール樹脂、ノボラック樹脂等のフェノール樹脂は、例えばメタノール、アセトン等の溶媒に適量溶解することにより所定濃度のフェノール樹脂溶液として調整出来る。レゾール樹脂としては水溶性レゾール樹脂を用いることも出来る。更に該溶液には必要に応じ硬化用の触媒を混合してもよい。レゾール樹脂の場合にはパラトルエンスルホン酸、フタル酸等の有機酸、ノボラック樹脂の場合にはヘキサメチレンテトラミン或はパラホルムアルデヒド、グルタルアルデヒドのようなアルデヒド類と酸又はアルカリが用いられる。

このようにして得られたフェノール樹脂を含浸させたポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体は室温又は加熱下で乾燥し、更に120～180℃の高温に加熱して含浸樹脂を硬化させる。この加熱工程によりポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体の内部に含浸した樹脂は該合成樹脂多孔体と一体化し、後述の炭化及び賦活によってポリビニルア

セタール系合成樹脂多孔体の網状構造をそのまま残した網状構造活性炭となるのである。

ポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体とフェノール樹脂よりなる合成樹脂多孔体の第2の製造法としてはポリビニルアルコールとフェノール樹脂を気孔形成剤と共に混合し、架橋剤の存在下で反応させる方法が挙げられる。この方法に用いるポリビニルアルコール、架橋剤、気孔形成剤等は前述のポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体の製造に用いるものと同じでよい。フェノール樹脂としてはポリビニルアルコール、架橋剤、気孔形成剤との混合性が良好な水溶性レゾールが好適である。この方法によりポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体を製造するにはまず所定量のポリビニルアルコールとフェノール樹脂の混合水溶液を加熱し、これに小麦粉澱粉等の気孔形成剤の水分散液を加えて攪拌し、40℃程度まで冷却後、更に架橋剤としてのアルデヒド類及び触媒としての硫酸等を加えて均一に混合し、型枠等にて成形後に反応せしめる。触媒としては硫酸以外に

も塩酸、リン酸等の無機酸類、シュウ酸、ギ酸、マレイン酸、マロン酸、パラトルエンスルホン酸等の有機酸を使用することが出来る。反応終了後、成形物を水で洗浄し、気孔形成剤と未反応物を洗い流せばよい。

また第1の製造法で用いられるポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体及び第2の方法で作られるポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体に硬化フェノール樹脂微粉体やフェノール樹脂繊維或は反応性を有する粒状フェノール樹脂(たとえばベルパール(商標)澱粉(株)製品)を適量混入することが出来る。

特に第2の方法において反応性を有する粒状フェノール樹脂を混合すると強度のある高気孔率の網目状構造を有する活性炭素体得られ、本発明に好適に用いることが出来る。

第3の製造方法は第2の方法で得た合成樹脂多孔体に第1の製造法と同様にして、更にフェノール樹脂を施与する方法である。

上述の如く、本発明に用いる活性炭素体の前駆

体である合成樹脂多孔体は3つの方法により製造出来る。第1の方法に用いるポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体又は第2の方法で製造されるポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体の連通気孔率は通常50～94%、好ましくは70～94%、最も好ましくは80～94%であり、その平均気孔径は通常5～500  $\mu$ 、好ましくは5～200  $\mu$ である。上述の3つの方法により製造された合成樹脂多孔体中のフェノール樹脂量は焼成時の炭化収率及び賦活時の減量を考慮して通常25～90重量%、好ましくは40～85重量%、最も好ましくは55～80重量%である。該合成樹脂多孔体中のフェノール樹脂量が極端に少ない場合には炭化及び賦活過程での重量減少、寸法の減少が大きくなる傾向にあり、焼成時の歩留が低下し、得られる活性炭素多孔体の強度が小さくなり取扱いが困難となる。逆にフェノール樹脂量が90重量%を超えて過剰になり過ぎると多孔体の気孔率が小さくなり、高容量のキャパシタが得られない。

また、該活性炭素多孔体の電気抵抗を小さくす

適宜決定される。例えば水蒸気、炭酸ガス雰囲気の場合には通常500～1200℃、好ましくは700～1000℃で数分間～数時間賦活処理する。ガス賦活法で炭化と賦活を同時に行なう場合には、通常水蒸気或は炭酸ガス雰囲気下で合成樹脂多孔体を昇温し、500～1200℃の所定温度で所定時間処理すればよい。

薬品賦活法の場合には塩化亜鉛、リン酸、硝酸カリウム等を含有させた合成樹脂多孔体を非酸化性雰囲気下で400～1000℃で焼成することにより炭化と賦活を同時に行なうことができる。合成樹脂多孔体に薬品を賦与するには例えば薬品の水溶液を合成樹脂多孔体に含浸後乾燥してもよいし、ポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体に薬品の水溶液を含浸乾燥後フェノール樹脂を施与してもよい。

以上の如くして得られる本発明に用いる網目状構造を有する活性炭素体は強度が大きく、均一に分布する連通細孔を高気孔率で有し、更に該細孔表面は5～30 $\mu$ 程度の半径を有するミクロ孔から

るためにポリビニルアセタール系合成樹脂多孔体或はポリビニルアセタール／フェノール樹脂系多孔体の製造時にカーボンブラック、アセチレンブラック、黒鉛粉末、炭素繊維、あるいは電解液に対して電気化学的に安定な金属例えばニッケル、ステンレス等の粉末や繊維を混入してもよい。

このようにして製造された合成樹脂多孔体は、次いで炭化及び賦活処理に付される。賦活処理はガス賦活法、薬品賦活法のいずれでもよい。ガス賦活法に於ては炭化と賦活を2工程に分けて行なうことも出来るし、炭化と賦活を1工程として同時に行なうことも出来る。ガス賦活法に於て炭化と賦活を別々に行なう場合には、まず非酸化性雰囲気下即ち真空又はアルゴンガス、ヘリウムガス等の不活性ガス、水素ガス、窒素ガス等の中で合成樹脂多孔体を通常600℃以上で炭化焼成する。次いで水蒸気、炭酸ガス、空気或はそれらの混合ガス雰囲気中で所定の温度で賦活処理する。賦活処理の温度、時間は合成樹脂多孔体の気孔率、気孔径、形状、所望の比表面積、雰囲気などにより

成る高比表面積を持つ活性炭素成形体であり、キャパシタの分極性電極として極めて優れたものである。

即ち、分極性電極として要求される性質は単位重量当りの表面積が大きいこと、電気抵抗が小さいこと、機械的強度が大きいこと、耐薬品性が高いこと等であるが、本発明に於て用いられる網目状構造を有する活性炭素体は比表面積が800～2000  $\text{cm}^2/\text{g}$ と大きく、しかも電極として用いた場合にもその比表面積を有効に利用することができる。又、粉末活性炭や活性炭繊維から成る電極と異なり一体であるための電気抵抗が小さく、又導電性物質の混合により小さくすることも可能であるという特長がある。従来の電極より優れているもう一つの点は、大きい気孔率と比表面積を有しながら機械的強度が大きいという事であり、従って使用時の電極の崩壊がなく耐久性のあるキャパシタが得られ、又電極製造やキャパシタ組立が容易となる。本発明の電極はいわゆるガラス状炭素からなるものであり、耐薬品性も他の活性炭より

優れている。

本発明のキャパシタは前述したように分極性電極として要求される諸性能を全て満足する網目状構造を有する活性炭素体を電極とし、非プロトン性有機溶媒に電解質を溶解したものを電解液として構成され、電極間には両極の短絡を防止するための耐溶媒性の多孔質体がセパレータとして配置される。

電極の形状、比表面積等は要求されるキャパシタの形状や容量により任意に選択することが出来るが、形状としては板状体が好適である。

通常、電極より外部に電流を取り出すための集電体を用いられ、又、集電体と電極の接触抵抗を小さくするための電極の集電側には金属層が設けられる。集電体及び該金属層に用いられる金属としては電解液に対して電気化学的に安定なアルミニウム、ニッケル、亜鉛、ステンレス等が用いられる。あるいは外装ケースが導電性物質であれば、これを集電体として兼用することも出来る。

電解液として用いる非プロトン性有機溶媒とし

てはエチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、 $\gamma$ -ブチロラクトン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、アセトニトリル、ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン等又はこれらの混合物が挙げられ、電解質の溶解性、キャパシタ特性等を考慮して選択することが重要である。又、これらの溶媒に溶解する電解質としてはアルカリ金属又はテトラアルキルアンモニウムのハロゲン化物、過塩素酸塩、6フッ過リン酸塩、6フッ過ヒ酸塩、4フッ過ホウ素酸塩等が挙げられ、具体的には  $\text{LiI}$ 、 $\text{NaI}$ 、 $\text{NH}_4\text{I}$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{KPF}_6$ 、 $\text{NaPF}_6$ 、 $(n-\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NClO}_4$ 、 $(n-\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NClO}_4$ 、 $(n-\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NAsF}_6$ 、 $(n-\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NPF}_6$  等が挙げられる。

電解液中の前記電解質の濃度は、好ましくは0.1モル/l以上であり、特に0.5～1.5モル/lである。

セパレータとしては、電解液に対し耐久性のある、伝導性のない、連通孔を有する多孔質が用いられ、ガラス繊維、ポリプロピレン繊維からなる布、不織布、紙或はセラミック、合成樹脂の多孔質体が挙げられる。セパレータの厚さはキャパシタの内部抵抗を小さくするための薄い方が好ましいが、材質、電解液の保持量、通液性等を勘案して決定される。

次に図により本発明の実施態様を説明する。

第1図は本発明に係るボタン型キャパシタの1例である。

(1)、(1') は網目状構造を有する活性炭素体からなる電極であり、(2) は電解液を含浸したセパレータ、(3) は電気絶縁性パッキング材であり、集電体と外装材を兼ねたステンレス製外装ケース(4) 及び(5) の接触と電解液の漏出を防止する。集電体兼外装ケース(4) 及び(5) に接する(1)、(1') の面には、接触抵抗を小さくするために金属層が設けられている。該金属層は蒸着法、溶射法、メッキ法等により与えられる。

以上、本発明は分極性電極に要求される諸性能を全て満足した網目状構造を有する活性炭素体を分極性電極として、電解液を含浸したセパレータを介して互に対向せしめたことを特徴とする高容量、長寿命の電気二重層キャパシタであり、且つ安価に製造できるものであり、その工業的価値は大きい。以下実施例により本発明を具体的に説明する。

#### 実施例 1

重合度1700、鹸化度99%のポリビニルアルコールを水に分散させ、次いで加熱溶解し、60℃になったところで小麦粉澱粉の水分散液を加えて攪拌しながら80℃に加熱した。この混合液を40℃に冷却後、37%のホルマリン及び硫酸を加えて均一に混合し、ポリビニルアルコール8%、澱粉4%、ホルマリン10%、硫酸10%からなる溶液を調整した。該溶液を200×200mmの型に流し込み、60℃で48時間加熱した後、水洗して澱粉及び未反応物を溶出せしめ、厚さ25mmの連続気孔を有するポリビニルホルマール多孔性を得た。

次に該多孔体を固形分濃度65%の水溶性レゾール樹脂(スミライトレジンPR-96A(商標)住友デュレス(株)製品)に浸漬し、過剰の樹脂を絞り取り、140℃で2時間硬化した後、厚さ1mmになるように切り出した。

こうして得られた連続気孔を有するポリビニルアルコール/フェノール樹脂系多孔板を黒鉛板に挟んで電気炉に入れ、窒素雰囲気中で150℃/時間の昇温速度で900℃まで昇温して炭化し、次に水蒸気雰囲気中に900℃で2時間保持後冷却した。得られた網目状構造を有する活性炭素板は平均連通気孔径50μ、気孔率90%、比表面積1250ml/g、電気比抵抗0.3Ω・cmであった。

次に該活性炭素板より直径15mmの円板を2枚切り出し、その片面にアルミニウム層を蒸着法により設けた。電解液として過塩素酸リチウムをプロピレンカーボネートに1モル/lの濃度に溶解したものを用い、セバレータとしてポリプロピレン製不織布を用いて、第1図の如きボタン型キャパシタを常法により組立てた。

量%、硫酸10重量%からなる溶液を調整した。

該溶液をガラス板上に流延し、60℃で18時間加熱して反応させた後、水洗して澱粉及び未反応物を溶出せしめ、厚さ1mmの連続気孔を有するポリビニルホルマール/フェノール樹脂系多孔板を得た。次に該多孔板を黒鉛板に挟んで電気炉に入れ、窒素雰囲気中で150℃/時間の昇温速度で600℃まで昇温して炭化し、続いて水蒸気を炭酸ガスの混合ガス雰囲気中で100℃/時間の昇温速度で1000℃まで昇温し、同温度で1時間保持した後、冷却した。得られた網目状構造を有する活性炭素板は平均気孔系20μ、気孔率81%、比表面積1450ml/g、電気比抵抗0.1Ω・cmであった。

次に、実施例1と同様にしてボタン型キャパシタを組立てた。但し、電解液としては過塩素酸4ブチルアンモニウムをプロピレンカーボネートに1モル/lの濃度に溶解したものを用いた。

得られたキャパシタに2.5Vの直流電圧を1時間印加後、1mAの定電流で放電したところ容量は2.5Fであった。

得られたキャパシタに1.8Vの直流電圧を1時間印加して充電し、1mAの放電電流で放電したところ容量は2.2Fであった。

比較のために比表面積1500ml/gのヤシ殻活性炭粉末を用い、4フッ化ポリエチレンをバインダーとして上記と同じサイズの円板に作り、前記と同様にしてキャパシタを作製したが、その容量は0.8Fであった。

## 実施例2

重合度1500、鹼化度99%のポリビニルアルコールを水に分散させ、加熱溶解後、液温が60℃になったところで所定の粒径の小麥粉澱粉の水分散液を加えて均一に混合した。更に、水溶性レゾール樹脂(スミライトレジンPR-961A(商標)住友デュレス(株)製品)を、出来上った複合樹脂多孔体中で60重量%となる量で加え、攪拌しながら70~80℃に加熱した。この混合液を40℃に冷却後、37%のホルマリン及び硫酸を加えて均一に混合し、ポリビニルアルコールとフェノール樹脂合わせて8重量%、澱粉4重量%、ホルマリン10重

比較のために比表面積1500ml/gのカイノール(商標)製活性炭布(日本カイノール(株)製品)を用いる以外は同様にしてキャパシタを組立て、容量を測定したところ2.3Fであった。

次に両キャパシタを2.5Vで1時間充電し、0Vで1時間放電する定電圧充放電モードで500回充放電を繰返して容量保持率を求めたところ、本発明品では98%であり、比較品では93%であった。

## 実施例3

重合度1500、鹼化度99%のポリビニルアルコール5.8%、水溶性レゾール樹脂(BRL-2854、昭和ユニオン合成(株)製品)4.0%、粒状フェノール樹脂(ベルパール(商標)、鐘紡(株)製品)12.0%、ポテト澱粉2.6%、ホルマリン3.3%、マレイン酸4.0%の組成となるように各成分を混合して得た溶液をガラス板上に流延し、60℃で18時間加熱して反応させた後、水洗して澱粉及び未反応物を溶出せしめ、厚さ1mmの連続気孔を有するポリビニルホルマール/フェノール樹脂系多孔板を得た。

次に該多孔板を黒鉛板に挟んで電気炉に入れ、窒素雰囲気中で150℃/時間の昇温速度で600℃まで昇温して炭化し、続いて水蒸気雰囲気中で100℃/時間の昇温速度で950℃まで昇温し、同温度で2時間保持した後冷却した。得られた網目状構造を有する活性炭素板は平均孔径 $10\mu$ 、気孔率85%、比表面積 $1850\text{ ml/g}$ 、電気比抵抗 $0.2\ \Omega\cdot\text{cm}$ であった。

該活性炭素板を電極として用い、電解液として4フッ化ホウ素酸リチウムの1モル/lプロピレンカーボネート溶液を用いる以外は実施例1と同様にしてボタン型キャパシタを組立て、2.0 Vの直流電圧を1時間印加し、1 mAの定電流で放電したところ、容量は2.7 Fであった。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る電気二重層キャパシタの実施態様の1例を示す図である。(1)、(1')は網目状構造を有する活性炭素体からなる分極性電極、(2)は電解液を含浸されたセパレータ、(3)はパッキング材、(4)及び(5)は外装ケースを示す。

第1図

